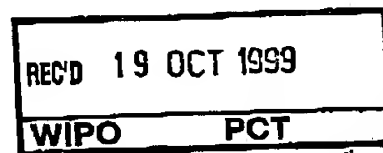


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Bescheinigung**

Die Giesecke & Devrient GmbH in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen von Wertpapieren"

am 4. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 07 D 7/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 23. September 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

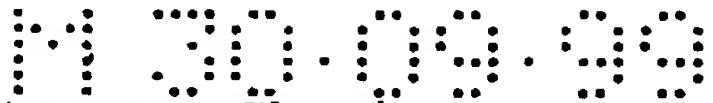
Im Auftrag

Hilfsmittel

Aktenzeichen: 198 40 482.4

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen von Wertpapieren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen von Wertpapieren, insbesondere von Banknoten, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Meßebene, einer Einrichtung zum translatorischen Bewe-
5 gen eines Wertpapiers in der Meßebene, mindestens einer Strahlungsquelle zum Bestrahlen eines ersten und eines zweiten Bereichs der Meßebene und einem Detektor, der bezüglich einer Strahlungsquelle im Dunkelfeld ange-
ordnet ist, zum Detektieren der von einem Wertpapier im ersten bestrahlten
10 Bereich der Meßebene diffus transmittierten Strahlung.

Es sind zahlreiche Verfahren und Vorrichtungen zur Prüfung von Wertpa-
piere bekannt. Die Prüfung kann sich einerseits auf sogenannte Echtheits-
merkmale der Wertpapiere und andererseits auf den Zustand der Wertpa-
15 piere richten. Insbesondere letztere Prüfung findet in Zusammenhang mit
gebrauchten Banknoten Anwendung, da diese infolge ihres dauernden Ge-
brauchs größerem Verschleiß unterliegen. Je nach Art und Umfang des Ver-
schleißes werden die Banknoten eingezogen und durch neu ausgegebene
Banknoten ersetzt. Merkmale, die zur Beurteilung des Zustands von Bankno-
20 ten herangezogen werden, sind z.B. Löcher, Risse, Fehlteile, Eselsohren, Ver-
schmutzung und Flecken der Banknoten. Demgegenüber können die Bank-
noten hinsichtlich ihrer Echtheit z.B. auf IR-transmittierende oder -
absorbierende Farbaufdrucke, Abmessungen wie Länge und Breite, Farb-
echtheit, Druckbild, Opazität und dergleichen geprüft werden. Manche Vor-
25 richtungen sehen auch eine kombinierte Prüfung von Zustands- und Ech-
theitsmerkmalen vor.

Aus der, GB-A-2 107 91 1 ist eine Vorrichtung zur Prüfung von Banknoten
bekannt, mit der allein die Echtheit einer Banknote sowohl anhand eines op-
30 tischen Tests betreffend die Farbreflexion und IR-Opazität als auch anhand
eines Längentests bewertet wird. Dazu wird die Banknote entlang einer

11 30.09.99
-2-

- Meßebeene bewegt und entlang drei Linien gescannt, um die IR-Opazität und Farbreflexion zu ermitteln. Die Opazitätsmessung erfolgt durch Bestrahlen der Banknote mit Licht im Infrarot-Wellenlängenbereich und Detektieren der durch die Banknote transmittierten IR-Strahlung mittels einem "im Hellfeld" angeordneten Detektor. Hellfeld-Messung bedeutet, daß der Detektor direkt von der Strahlung der Strahlungsquelle erreicht wird, wenn keine Banknote vorhanden ist, und im Falle, daß eine Banknote in der Meßebeene liegt, erfaßt er die direkt von der Strahlungsquelle durch die Banknote transmittierte Strahlung (Hellfeld-Messung). Zur Messung der Farbreflexion wird zusätzlich eine Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich auf die Oberfläche der Banknote gerichtet, und die von der Banknotenoberfläche reflektierte Strahlung wird mit einem Remissionssensor erfaßt. Die erfaßten Transmissions- und Reflexionsstrahlungen werden mit Referenzwerten verglichen, um die Echtheit der Banknote zu prüfen. Die Prüfung der Länge der Banknote erfolgt ebenfalls mittels der IR-Strahlungsquelle, indem mit dieser die Führungskante der Banknote beim Zuführen der Banknote zur Meßstation festgestellt wird, während das Ende der Banknote durch einen zweiten Sensor ermittelt wird. Eine Zustandsprüfung der Banknote erfolgt jedoch nicht.
- 20 Aus der DE-A-196 04 856 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Prüfung optischer Sicherheitsmerkmale mit metallisch reflektierenden Schichten, wie Hologrammen und dergleichen, auf ihre exakte Positionierung in der Banknote, ihre Randausprägung (Ausfransungen der Kontour) und ihre Vollständigkeit (Löcher, Fehlteile) bekannt. Damit wird der Zustand dieser
- 25 Sicherheitsmerkmale von zum Beispiel aus dem Umlauf zur Bank zurückkehrenden Banknoten geprüft. Die Zustandsprüfung dieser metallischen Sicherheitsmerkmale erfolgt im Durchlicht, ähnlich der zuvor beschriebenen Opazitätsprüfung. Jedoch hat sich eine Hellfeld-Messung, wie sie zuvor beschrieben wurde, als ungeeignet herausgestellt, da eine gegenüberliegende

11.30.09.99

-3-

Anordnung von Strahlungsquelle und Detektor ein meßtechnisch nachteiliges Übersteuern des Detektors durch direkten Strahlungseinfall in den Zwischenräumen zwischen den aufeinanderfolgenden Banknoten zur Folge haben würde. Den gleichen Effekt würden auch Löcher im Meßgut haben.

- 5 Dementsprechend wird in der DE-A-196 04 856 eine Dunkelfeld-Messung vorgeschlagen. Bei der Dunkelfeld-Messung wird der Detektor so zur Strahlungsquelle ausgerichtet, daß er keine direkte Strahlung von der Strahlungsquelle empfängt wenn keine Banknote vorhanden ist sondern ihn im wesentlichen nur die Strahlung der Strahlungsquelle erreicht, wenn eine
- 10 Banknote vorhanden ist, wobei die durch die Banknote transmittierte Strahlung detektiert wird. Dementsprechend ist der Detektor bezüglich der Transportebene der Banknote so angeordnet, daß das neben der Metallschicht oder durch deren Beschädigung (Löcher, Abrieb im Bereich von Falten) durch das Banknotenpapier hindurchtretende Licht nur insoweit gemessen
- 15 wird, als es von dem Papier gestreut wird. Mit diesem Verfahren lassen sich allerdings keine Löcher oder sonstigen Fehlstellen des Papiers sondern nur der metallischen Beschichtung bestimmen. Im übrigen ist die Dunkelfeld-Messung nicht zur Bestimmung einer Fehlstelle im Papier selbst geeignet, da der Detektor z.B. im Falle eines Lochs nicht eindeutig feststellen
- 20 kann, ob es sich um eine besonders opake und daher lichtundurchlässige Stelle der Banknote oder eben um ein Loch in der Banknote handelt, denn in beiden Fällen würde der im Dunkelfeld angeordnete Detektor keine Strahlung empfangen.
- 25 Aus der EP 0 537 513 A1 ist ein verbessertes Echtheitsprüfgerät für Banknoten beschrieben, mit dem sogar besonders gute Fälschungen zu erkennen sein sollen. Das Gerät ist entsprechend aufwendig und es wird vorgeschlagen, einerseits Dunkelfeld-Messungen sowohl mit IR-Strahlung als auch mit Rotlicht und andererseits Remissionsmessungen sowohl bezüglich der Re-

flexion von rot eingestrahltm Licht als auch bezüglich der Reflexion von grün eingestrahltm Licht durchzufahren. Die Qualität der Echtheitsprüfung wird somit durch die Durchführung mehrerer unabhängiger Echtheitsprüfungen erhöht. Eine Zustandsprüfung der Banknote wird mit diesem Gerät
5 nicht durchgeführt.

Aus der DE-PS 20 37 755 ist eine Vorrichtung zum Prüfen von Wertscheinen bekannt, mit der die Echtheit von Banknoten zuverlässig geprüft werden kann, die fluoreszierende Fasern enthalten. Dazu wird die Banknote einseitig
10 mit einer die Fluoreszenzstoffe anregenden Strahlung bestrahlt und die daraufhin von der Banknote ausgehende Fluoreszenzstrahlung wird beidseitig der Banknote detektiert. Die Detektoren für die Fluoreszenzstrahlung sind bezüglich der Anregungsstrahlungsquelle im Dunkelfeld angeordnet, damit ein weiterer Detektor auf der der Anregungsstrahlungsquelle gegenüberlie-
15 genden Seite der Banknote im Hellfeld angeordnet werden kann. Der im Hellfeld angeordnete Detektor ist zur Erkennung des Zustands des Wertpapiers bestimmt, indem anhand der Opazität des Papiers eine zu geringe Papierdichte, Klebstellen, Risse, ungenaue Nahtstellen, fehlerhafte Wasserzeichen und fehlende Sicherheitsfäden erkannt werden. Es besteht aber auch
20 hier das Problem, daß der direkte Lichteinfall auf den im Hellfeld angeordneten Detektor zu einem Übersteuern des Detektors führen kann. Insbesondere läßt diese Detektoranordnung die Unterscheidung zwischen lichtdurchlässigerem, z.B. dünnem oder unbedrucktem, Papier und Löchern nicht zuverlässig zu.

25

Die vorgenannten Vorrichtungen sind zur Zustandsprüfung von Wertpapieren entweder völlig ungeeignet, weil sie nur die Echtheitsprüfung betreffen, oder nur bedingt geeignet, weil Löcher, Risse, Fehlteile, Eselsohren und dergleichen nicht zuverlässig bestimmt werden können. Bei der Dunkelfeld-

11 30 09 99
-6-

feld-Messung jeweils für sich alleine genommen eine zuverlässige Aussage über eine Fehlstelle der Banknote zuläßt, sieht die erfindungsgemäße Lösung einen Vergleich der beiden Meßwerte vor, um zu erkennen, ob es sich um eine Fehlstelle oder um einen gering opaken bzw. stark opaken Bereich der Banknote handelt. Wenn nämlich ein gering opaker Bereich der Banknote detektiert wird, dann gibt zwar die Hellfeld-Messung keinen aussagekräftigen Wert an, aber die Dunkelfeld-Messung ist eindeutig. Wenn dagegen ein stark opaker Bereich der Banknote detektiert wird, gibt zwar die Dunkelfeld-Messung keinen aussagekräftigen Wert an, aber die Hellfeld-Messung ist eindeutig.

Dieses Prinzip stellt insbesondere deswegen eine vergleichsweise preiswerte Lösung dar, weil das zum Prüfen der Opazität von Banknoten üblicherweise verwendete Transmissionsmeßverfahren (Hellfeld oder Dunkelfeld) nicht mit einem zusätzlichen Ultraschallsensor als Lochdetektor ausgerüstet werden muß, sondern stattdessen eine weitere Transmissionsmessung (Dunkelfeld bzw. Hellfeld) erfolgt, so daß zum Beispiel eine besondere Auswerteeinheit für den Ultraschallsensor eingespart werden kann. Aufgrund der Duplizität mehrerer Bauteile ist ein solches Prüfgerät wesentlich preiswerter als Massenartikel herzustellen.

Das Prüfergebnis wird um so exakter je besser das Auflösungsvermögen ist, d.h. je geringer die Abstände zwischen den detektierten Banknotenbereichen sind und je höher der Überlappingsgrad der im Hellfeld gemessenen und der im Dunkelfeld gemessenen Banknotenbereiche ist. Ein optimales Ergebnis wird erreicht, wenn die im Hellfeld gemessenen Banknotenbereiche und die im Dunkelfeld gemessenen Banknotenbereiche identisch übereinstimmen und in möglichst kleinen Schritten die gesamte Banknote geprüft wird. Das Verfahren kann aber wesentlich beschleunigt werden, wenn benachbarte

11.30.09.99

-7-

Banknotenbereiche abwechselnd im Hellfeld und im Dunkelfeld gemessen werden. Damit können allerdings nur Fehlstellen der Banknote zuverlässig detektiert werden, die so groß sind, daß sie sowohl von der Hellfeld-Messung als auch von der Dunkelfeld-Messung erfaßt werden.

5

Dieses Prinzip läßt sich verfahrens- und vorrichtungstechnisch in verschiedener Weise realisieren. So kann sowohl für die Hellfeld-Messung als auch für die Dunkelfeld-Messung jeweils eine Strahlungsquelle und jeweils ein Detektor eingesetzt werden. Eine Kostenreduzierung läßt sich aber erreichen, wenn statt eines Detektors und einer Strahlungsquelle jeweils für die Hellfeld-Messung und für die Dunkelfeld-Messung, d.h. statt zweier Detektoren und zweier Strahlungsquellen, entweder nur eine gemeinsame Strahlungsquelle mit zwei Detektoren oder nur ein gemeinsamer Detektor mit zwei Strahlungsquellen eingesetzt werden.

10

15

Im Falle des Einsatzes einer gemeinsamen Strahlungsquelle mit zwei Detektoren bestehen zwei Möglichkeiten: entweder bestrahlt die Strahlungsquelle zwei getrennte Bereiche der Meßebeine wobei der erste Detektor im Dunkelfeld des einen bestrahlten Bereichs und der zweite Detektor im Hellfeld des anderen bestrahlten Bereichs angeordnet sind oder die Strahlungsquelle bestrahlt nur einen Bereich der Meßebeine, wobei der erste Detektor im Dunkelfeld und der zweite Detektor im Hellfeld dieses bestrahlten Bereichs angeordnet sind.

20

25

Im Falle, daß ein gemeinsamer Detektor mit zwei Strahlungsquellen eingesetzt wird, bestehen ebenfalls zwei Möglichkeiten, indem die beiden Strahlungsquellen entweder zwei verschiedene Bereiche der Meßebeine oder aber denselben Bereich der Meßebeine bestrahlen können, wobei in beiden Fällen die Strahlungsquellen so anzuordnen sind, daß der gemeinsame Detektor

11.30.09.99

- 8 -

bezüglich der ersten Strahlungsquelle im Dunkelfeld und bezüglich der zweiten Strahlungsquelle im Hellfeld liegt. Außerdem ist es bei der Ausführung mit einem gemeinsamen Detektor erforderlich, daß die Hellfeld- und die Dunkelfeld-Messung zeitlich voneinander getrennt durchgeführt werden. Dies kann durch entsprechendes Ansteuern der Strahlungsquellen erreicht werden oder im Falle, daß zwei verschiedene Bereiche der Banknote bestrahlt werden, durch Abdunkeln des Detektors gegenüber jeweils einem bestimmten Bereich oder durch jeweiliges Ausrichten des Detektors auf einen bestimmten Bereich. Verfahrenstechnisch am günstigsten ist das separate Ansteuern der ersten und der zweiten Strahlungsquelle.

Eine besondere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß mindestens eine Strahlungsquelle als IR-Strahlungsquelle ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine gleichzeitige Prüfung der Banknote auf IR-Durchlässigkeit, denn viele Banknoten sind mit speziellen Farben bedruckt, die entweder IR-Strahlung absorbieren oder, was häufiger der Fall ist, IR-strahlungsdurchlässig sind.

Die Ausführungsform mit zwei separaten Strahlungsquellen bietet desweiteren die Möglichkeit einer zusätzlichen Remissionsmessung, indem mit einem Remissionsempfänger auf der Seite der Strahlungsquellen das Druckbild einer Banknote anhand des von der Banknote reflektierten Lichts geprüft werden kann. Weitere Vorteile und Eigenschaften der erfindungsgemäßen Lösung werden durch die nachfolgende Beschreibung und die Bezugnahme auf die Figuren deutlich.

Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Prinzipskizze.

11.30.09.99
- 9 -

Figuren 2a bis 2e zeigen fünf verschiedene Ausführungsformen der Erfindung als Prinzipskizzen.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt der Vorrichtung nach Figur 1 entlang III-III.

5

Figur 4 zeigt ein Taktschema zur Detektierung einer Banknote und Auswertung der detektierten Ergebnisse.

10 In Figuren 1 und 3 ist schematisch eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei Figur 3 einen Querschnitt entlang der Linie III-III der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung zeigt. Eine Banknote 1 wird entlang einer Meßebeine 2 zwischen einem oberen Fenster 3 und einem unteren Fenster 4 bewegt. Unterhalb des Fensters 4 sind zwei LED Zeilen mit LEDs 5 und 6 so angeordnet, daß jede LED die Meßebeine in einem definierten Bereich bestrahlt. Die Strahlungsgänge der LEDs 5 und 6 sind mit gestrichelten Linien angedeutet. Oberhalb des Fensters 3 ist eine Zeile von Detektoren 7 so angeordnet, daß jeder Detektor 7 im direkten Strahlungsbereich der LEDs 5 liegt. Die Detektoren 7 liegen somit in Bezug auf die LEDs 5 im Hellfeld. In Bezug auf die LEDs 6 ist die Anordnung der Detektoren 7 so gewählt, daß die Detektoren nicht direkt von den LEDs 6 bestrahlt werden. Die Detektoren 7 liegen somit bezüglich den LEDs 6 im Dunkelfeld. Die Detektoren 7 sind dabei so ausgerichtet, daß sie jeweils die von den gegenüberliegenden LEDs 5 und 6 bestrahlten definierten Bereiche auf der Banknote erfassen. D.h., ein Detektor 7 erfaßt einerseits die im Hellfeld durch eine Banknote 1 transmittierte Strahlung der direkt gegenüberliegenden LEDs 5 und andererseits die im Dunkelfeld durch die Banknote transmittierte Strahlung der schräg gegenüberliegenden LEDs 6.

15
20
25

11 30.09.99
- 10 -

Bevor die transmittierte Strahlung den Detektor erreicht, kann sie mittels eines einfachen Strahlungskollimators 10 fokussiert werden. Ein einfaches Selfoc-Array kann dazu ausreichen. Die Erfindung ist aber auch ohne jegliche Fokussierung der transmittierten Strahlung ausführbar, wenn die

5 transmittierte Strahlung des zu prüfenden Bereichs durch Kanalisierung auf den Detektor gerichtet wird.

Eine Auswerteeinheit 20 ist an den Detektor 7 angeschlossen, um die detektierten Strahlungswerte auszuwerten und durch Vergleich der Werte aus der

10 Hellfeld-Messung mit den Werten aus der Dunkelfeld-Messung zu ermitteln, ob der detektierte Bereich der Banknote gegebenenfalls eine Fehlstelle wie ein Loch, einen Riß, etc. aufweist.

Dadurch daß die LED-Zeilen und die Detektorzeile die gesamte Breite einer

15 zu detektierenden Banknote erfassen und dadurch daß die Banknote zwischen den LED-Zeilen und der Detektorzeile entlang der Meßebeine 2 bewegt wird, kann nacheinander die gesamte Banknote auf Fehlstellen geprüft werden. Der Vergleich von Hell- und Dunkelfeld-Messungen läßt dabei die Erkennung der Außenkonturen einer Banknote zu, so daß Länge und Breite

20 von Banknoten relativ genau bestimmt werden können.

Das Auflösungsvermögen hängt selbstverständlich von der Anzahl der Messungen über die Breite und über die Länge der Banknote ab. Dies wird besonders deutlich in Figur 3, in der die Strahlungsgänge der LEDs 5 und die

25 Detektionsbereiche der Detektoren 7 mit gestrichelten Linien dargestellt sind. Die in der Meßebeine 2 befindliche Banknote 1 unterbricht dabei nur den Lichtweg der dritten (von links) bis vorletzten Leuchtdiode 5. Die Auswertung der von den ersten und zweiten (von links) und dem letzten Detektor 7 gelieferten Hellfeld- und Dunkelfeld-Meßwerte wird daher über die

11.30.09.99

- 11 -

gesamte Länge der geprüften Banknote zu dem Ergebnis "Fehlstelle" führen, woraus geschlossen werden kann, daß die Außenkanten der Banknote im Bereich des dritten sowie vorletzten Detektors liegt. Abweichend von der Darstellung in Figur 3 werden vorzugsweise 60 Detektoren als Detektorzeile über die Breite angeordnet, wobei jeder Detektor zwei sensitive Pixel aufweisen kann. Die Detektorzeile kann zwischen den Detektoren und Pixeln Lücken aufweisen, so daß dadurch Detektoren eingespart werden können. Dies wirkt sich jedoch auf die Auflösungsfähigkeit der Gesamtvorrichtung aus. Eine Auflösung von 1 mm quer zur Transportrichtung kann jedoch für einfache Zwecke ausreichend sein.

Beispielsweise können die beiden äußeren der 60 Detektoren neben dem eigentlichen Meßbereich für die Banknotenprüfung angeordnet werden. Diese können dann z.B. zur Bildung eines Referenzwertes für die Helligkeit der von den LEDs ausgesendeten Strahlung verwendet werden.

Vorzugsweise strahlen die LEDs mindestens einer LED-Zeile IR-Licht aus, um Echtheitsmerkmale, nämlich das Vorhandensein von IR-transmittierenden oder IR-absorbierenden Aufdrucken nachweisen zu können. Da IR-absorbierende Druckfarben seltener verwendet werden als IR-transmittierende Farben, werden bevorzugterweise die LEDs 6, d.h. die Strahlungsquelle für die Dunkelfeld-Beleuchtung, als IR-Strahlungsquelle gewählt. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit geringer, daß ein stark IR-absorbierendes Druckbild als Fehlstelle bewertet wird.

Vorteilhafterweise strahlt die zweite LED-Zeile, hier also die LEDs 5, Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich aus. Über eine Remissionsmessung der von der Oberfläche einer Banknote reflektierten Strahlung 12 kann mittels eines Remissionssensors 13 zusätzlich noch das Druckbild und/oder die

11.30.09.99

- 12 -

Stückelung der Banknote erkannt werden. Vorzugsweise werden dazu Rotlicht-LEDs eingesetzt.

In den Figuren 2a bis 2e sind prinzipielle Ausführungsformen der zuvor an
5 einer besonders bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Erfindung
dargestellt. Figur 2b zeigt die in Bezug auf Figur 1 bereits beschriebene be-
sonders bevorzugte Ausführungsform, bei der zwei Lichtquellen 5 und 6
einen gemeinsamen, definierten Bereich der Meßebene 2 beleuchten, denen
ein einziger auf der gegenüberliegenden Seite der Meßebene 2 angeordneter
10 Detektor 7 zugeordnet ist, mit dem sowohl die im Hellfeld transmittierte
Strahlung der Rotlicht-Strahlungsquelle 5 als auch die im Dunkelfeld trans-
mittierte IR-Strahlung der Strahlungsquelle 6 erfaßt wird.

Figur 2a zeigt einen ähnlichen Aufbau wie Fig. 2b mit zwei Strahlungsquel-
15 len 5 und 6 und einem gemeinsamen Detektor 7, wobei jedoch die Strah-
lungsquelle 6 einen ersten Bereich der Meßebene und die Strahlungsquelle 5
einen zweiten Bereich der Meßebene 2 beleuchtet und der Detektor die im
Hellfeld transmittierte Strahlung der Strahlungsquelle 5 und die im Dunkel-
feld transmittierte Strahlung der Strahlungsquelle 6 erfaßt. Der erste und der
20 zweite bestrahlte Bereich der Meßebene können grundsätzlich auch über-
lappend sein.

Die in den Figuren 2a und 2b dargestellten Ausführungsformen setzen wegen
der Verwendung nur eines einzigen Detektors voraus, daß der Detektor 7
25 die im Hellfeld transmittierte Strahlung und die im Dunkelfeld transmittier-
te Strahlung unabhängig voneinander, d.h. zeitlich versetzt, erfaßt, damit
anhand der separat erfaßten Hellfeld- und Dunkelfeld-Meßwerte ein Ver-
gleich in der Auswerteeinheit 20 zur Feststellung von Fehlstellen der Bank-
noten durchgeführt werden kann. Das zeitlich versetzte Detektieren wird

vorzugsweise durch zeitlich versetztes Bestrahlen der ersten und zweiten Bereiche erreicht. Es ist aber grundsätzlich auch möglich, daß der Detektor zeitweise gegenüber dem ersten und zeitweise gegenüber dem zweiten Bereich abgeschirmt wird. Außerdem ist denkbar, daß der Detektor zeitweise
5 nur auf den ersten und zeitweise nur auf den zweiten Bereich gerichtet wird.

Ein besonderer Vorteil besteht in der Verwendung zweier verschiedener Strahlungsarten, beispielsweise können sich die Strahlungsquellen im Farbspektrum unterscheiden, z.B. IR-Strahlung und sichtbares Licht aussenden.

10

In den Figuren 2c und 2d sind Ausführungsformen mit einer Umkehrung des zuvor beschriebenen Prinzips dargestellt. Statt zweier Strahlungsquellen und einem gemeinsamen Detektor sehen diese Ausführungsformen eine gemeinsame Strahlungsquelle und zwei Detektoren vor. In Figur 2c beleuchtet die Strahlungsquelle 6 einen definierten Bereich der Meßebeine 2, auf die
15 sowohl ein im Dunkelfeld angeordneter Detektor 7 als auch ein im Hellfeld angeordneter Detektor 8 gerichtet sind. In Figur 2d werden dagegen zwei unterschiedliche Bereiche der Meßebeine 2 von der Strahlungsquelle 6 beleuchtet, indem z.B. die restliche Strahlung der Strahlungsquelle 6 durch eine
20 Blende 9 abgeschirmt wird. Der Detektor 7 ist bezüglich dem ersten bestrahlten Bereich im Dunkelfeld angeordnet, während der Detektor 8 bezüglich dem zweiten bestrahlten Bereich im Hellfeld angeordnet ist.

Der Vorteil der Anordnungen nach Figuren 2c und 2d mit zwei Detektoren
25 ist darin zu sehen, daß die Hellfeld-Messung und die Dunkelfeld-Messung zeitgleich durchgeführt werden können. Allerdings ist die Verwendung von Strahlungen unterschiedlicher Wellenlängen wie nach den Anordnungen aus Fig. 2a und 2b nicht möglich.

M 30.09.99

- 15 -

Die durch die Banknote 1 in einem ersten Bereich transmittierte Strahlung der Dunkelfeld-Strahlungsquelle 6 wird von dem Detektor 7 erfaßt. Nach Ablauf einer vorbestimmten Erfassungszeit wird die detektierte Strahlung von einer Auswerteeinheit ausgelesen. Während des Auslesens ist der Detektor 7 für den Empfang weiterer Strahlung unzugänglich, indem z.B. die Strahlungsquelle 6 ausgeschaltet oder abgeschirmt wird.

10 Nach dem Auslesen der von der Strahlungsquelle 6 durch die Banknote 1 im ersten Bereich transmittierten Strahlung wird die Banknote in einem zweiten Bereich mittels der Strahlungsquelle 5 beleuchtet, während die Strahlungsquelle 6 abgeschirmt oder vorzugsweise ausgeschaltet ist. Erster und zweiter Bereich der Banknote können im Extremfall identisch sein, können sich aber auch überlappen - z.B. jeweils zu 50% - oder vollständig nebeneinander liegen. Die dabei durch die Banknote im zweiten Bereich transmittierte Strahlung wird von dem Detektor 7 erfaßt. Dann wird die von dem Detektor 7 im zweiten Bereich erfaßte transmittierte Strahlung ausgelesen. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die gesamte Banknote Bereich für Bereich detektiert worden ist.

20 Der von der Strahlungsquelle 5 bestrahlte zweite Bereich der Banknote liegt bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform in demselben Bereich der Meßebe 2, der auch von der Strahlungsquelle 6 beleuchtet wurde. Das bedeutet jedoch nicht, daß auch die bestrahlten Bereiche der Banknote identisch sind. Nur im Falle einer entsprechend getakteten Vorschubbewegung der Banknote 1 innerhalb der Meßebe 2 fallen die von der Strahlungsquelle 5 bestrahlten Banknotenbereiche mit den zuvor von der Strahlungsquelle 6 bestrahlten Banknotenbereichen identisch zusammen. So kann z.B. die Bewegung der Banknote jeweils zweistufig erfolgen, wobei die Banknote nur zwischen den Hellfeld- und Dunkelfeld-Messungen bewegt wird und die

M 30 00 99

- 16 -

gemessene Strahlung jeweils während des Banknotenvorschubs ausgelesen wird.

Bei einer kontinuierlichen Vorschubbewegung der Banknote 1 dagegen ist
5 der von der Strahlungsquelle 5 bestrahlte zweite Bereich der Banknote 1
leicht versetzt zu dem von der Strahlungsquelle 6 beleuchteten ersten Bank-
notenbereich. Dies hängt mit der zeitlichen Abfolge der Bestrahlung und der
Bewegung der Banknote zusammen. Je nach Transportgeschwindigkeit einer
kontinuierlich bewegten Banknote und zeitlicher Steuerung der Bestrahlung
10 mittels den Strahlungsquellen 5 und 6 können die von der Strahlungsquelle
6 beleuchteten ersten Bereiche und die von der Strahlungsquelle 5 beleuchte-
ten zweiten Bereiche der Banknote 1 somit mehr oder weniger überlappen
oder sogar nebeneinander liegen. Je weiter die ersten und zweiten bestrahl-
ten Banknotenbereiche auseinanderliegen, desto geringer wird die Auflö-
15 sung der Prüfvorrichtung und desto größer sind die Fehlstellen der Bankno-
te, die gerade noch mit der Prüfvorrichtung erkennbar sind.

In Figur 4 ist beispielsweise ein zeitlicher Ablauf der Bestrahlung der Bank-
note 1 mit den Strahlungsquellen 5 und 6 sowie die dazwischenliegende Zeit
20 zum Auslesen der detektierten Strahlung über einer zeitlichen Achse darge-
stellt. Gemäß der obersten Kurve a wird die Banknote zunächst während 170
 μs mit der Dunkelfeld-Lichtquelle 6 bestrahlt. Nach der Bestrahlung erfolgt
ein Auslesen der vom Detektor 7 im ersten Bereich detektierten transmittier-
ten Strahlung für eine Zeitdauer von ebenfalls 170 μs , wie in Graph b darge-
25 stellt. Nach Abschluß des Auslesevorgangs ist vor der Bestrahlung eines
zweiten Bereichs der Banknote 1 eine zeitliche Lücke von etwa 30 μs vorge-
sehen, um sicherzustellen, daß das Auslesen des Detektors vor dem erneuten
Bestrahlen abgeschlossen ist. Das Bestrahlen des zweiten Bereichs der Bank-
note 1 mittels der Strahlungsquelle 5 erfolgt ebenfalls für eine Zeitdauer von



- 17 -

170 μ s, wie in Graph c dargestellt. Daran schließt sich ein Auslesen der von dem Detektor 7 im Hellfeld detektierten transmittierten Strahlung für weitere 170 μ s an, gefolgt von einem weiteren Sicherheitsfenster von 30 μ s. Danach wird ein nächster erster Bereich der Banknote wieder im Dunkelfeld gemessen, wie in Kurve a angedeutet. Ein vollständiger Meßzyklus dauert
5 somit z.B. 740 μ s.

Der vorbeschriebene zeitliche Ablauf ist besonders vorteilhaft, weil er die Verwendung preiswerter Detektoren 7 ermöglicht, die während der Auslesezeit ausreichend Zeit haben, sich zu entladen, so daß sie für die Detektierung der transmittierten Strahlung des nächstfolgenden Banknotenbereichs wieder zur Verfügung stehen. Mit aufwendigeren Systemen wäre selbstverständlich ein gleichzeitiges Detektieren, Auslesen und Aufsummieren der detektierten transmittierten Strahlung möglich, so daß die notwendige Zeit-
10 spanne zur Auswertung der detektierten Strahlung eingespart würde. Damit läßt sich die Prüfzeit zwar vermindern, der apparative Aufwand wird jedoch wesentlich höher.

Für die Zwecke der Zustandsprüfung im Umlauf befindlicher Banknoten hat
20 sich herausgestellt, daß mit einer kontinuierlich in der Meßebe 2 bewegten Banknote 1 und zeitlich aufeinanderfolgender Hellfeld- und Dunkelfeld-Messung eine ausreichende Auflösung erzielt wird, wenn die Banknote bei dem in Figur 4 dargestellten z.B. 740 μ s andauernden Gesamtzyklus über einen Transportweg von 2 mm bewegt wird. Es versteht sich, daß dabei nur
25 eine Auflösung von z.B. maximal 2 mm erreicht wird, da im Falle von Fehlstellen mit darunterliegendem Ausmaß entweder die Hellfeld-Messung oder die Dunkelfeld-Messung keinen eindeutigen Wert liefert, der auf das Vorhandensein von Banknotenmaterial schließen läßt.

M 30.09.99

- 18 -

- Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich Löcher, Risse, Fehlteile, Eselsohren und dergleichen, die im Auflösungsbereich der Vorrichtung liegen, zuverlässig erkennen, indem die jeweils im Dunkelfeld des ersten Banknotenbereichs und im Hellfeld des zweiten Banknotenbereichs gemessenen Transmissionsstrahlungswerte miteinander verglichen werden. Liegt der im Hellfeld gemessene Wert über einem vorgegebenen Grenzwert, der entweder auf dünnes unbedrucktes Papier oder auf eine Fehlstelle im Papier hinweist, so wird durch Vergleich mit dem im Dunkelfeld gemessenen Wert des zweiten Bereichs festgestellt, daß es sich tatsächlich um eine Fehlstelle handelt, wenn die Dunkelfeld-Messung einen nahe bei Null liegenden Meßwert ergeben hat. Wenn die Dunkelfeld-Messung dagegen einen Wert ergeben hat, der relativ hoch liegt, dann ist dies ein Zeichen dafür, daß tatsächlich dünnes unbedrucktes Papier in der Meßebeine vorhanden war.
- Die Auswertung der im Hellfeld und Dunkelfeld gemessenen Werte kann unmittelbar nach dem Auslesen der Meßwerte erfolgen, so daß anhand eines Vergleichs dieser Werte sofort eine Aussage über Fehlstellen möglich ist. Die ausgelesenen Meßwerte können aber auch zunächst zwischengespeichert werden und nach Abschluß der Prüfung der Banknote ausgewertet werden.
- Neben der Feststellung von Fehlstellen kann dann gleichzeitig ein Echtheitsvergleich mit in einem EEPROM gespeicherten Referenzdaten von Normbanknoten stattfinden.
- Für eine solche zusätzliche Echtheitserkennung sieht das erfindungsgemäße Verfahren als weitere Ausgestaltung vor, daß eine der Lichtquellen, vorzugsweise die Lichtquelle der Dunkelfeld-Messung, Strahlung im IR-Wellenlängenbereich aussendet. Damit lassen sich Druckbilder erkennen, die mit IR-Druckfarbe bedruckt sind. Solche Farben können bei gleichzeitiger Undurchlässigkeit bei Beleuchtung mit Rotlicht sowohl durchlässig als auch

11.30.09.99

- 19 -

absorbierend für IR-Licht sein, so daß die Auswertung der detektierten transmittierten IR-Strahlung einen Rückschluß auf die Echtheit der Banknote zuläßt. Die andere der beiden Strahlungsquellen kann statt IR-Strahlung eine Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich, z.B. reines Rotlicht, ausstrahlen. Durch Auswertung der detektierten transmittierten Rot-Strahlung ist ein Rückschluß auf das Druckbild und auf die Stückelung möglich. Anhand der Stückelung kann wiederum auf die Längen- und Breitenabmessungen der Banknote zurückgeschlossen werden, so daß neben der IR-Druckbildprüfung über die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Abmessungen der Banknote ein weiterer Echtheitstest durchführbar ist, nämlich die Prüfung, ob die Abmessungen der geprüften Banknote zu der detektierten Stückelung passen.

Mittels eines zusätzlich vorgesehenen Remissionssensor 13 läßt sich anhand des von dem bestrahlten Banknotenbereich reflektierten Lichts 12 die Farbechtheit, das Druckbild und die IR-Reflektionseigenschaften der Banknote 1 überprüfen. In einer Auswerteeinheit werden die gemessenen Reflexionswerte mit Referenzwerten von Normbanknoten verglichen.

Die vorbeschriebene Verfahrensweise ist sowohl in der prinzipiellen Ausgestaltung nach Figur 1 bzw. 2b als auch nach der Ausgestaltung gemäß Figur 2a durchführbar. Das vorbeschriebene Verfahren ist in entsprechender Weise auch mit den in den Figuren 2c und 2d dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung durchführbar, wobei diese den Vorteil bieten, daß aufgrund der Verwendung zweier Detektoren 7 und 8 eine gleichzeitige Auswertung der Dunkelfeld-Messung und der Hellfeld-Messung möglich ist. Damit läßt sich die Prüfgeschwindigkeit verdoppeln, da zum Detektieren der im Hell- und Dunkelfeld transmittierten Strahlung und zum Auslesen der detektierten transmittierten Strahlung jeweils nur ein

M 30.09.99

- 20 -

Zeitabschnitt erforderlich ist, so daß der Gesamtzyklus $370 \mu\text{s}$ beträgt, inklusive eines Sicherheitsfensters von $30 \mu\text{s}$. Allerdings weist diese Ausführungsform den Nachteil auf, daß nur eine Strahlung verwendet werden kann.

5

Die Ausführungsform nach Figur 2e bietet verfahrensmäßig die Vorteile der in den Figuren 2c und 2d dargestellten prinzipiellen Ausführungsformen und gestattet es außerdem, eine der beiden Strahlungsquellen als sichtbares Licht aussendende Strahlungsquelle auszubilden.

N 30.09.99

- 2 -

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanz etwa 2 mm beträgt.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die translatorische Bewegung des Wertpapiers kontinuierlich ist.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die translatorische Bewegung des Wertpapiers jeweils nach dem Bestrahlen der
- 10 Bereiche erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung der detektierten Strahlung während der translatorischen Bewegung des Wertpapiers erfolgt.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlen des ersten Bereichs des Wertpapiers mit einer ersten Strahlungsquelle (6) und das Bestrahlen des zweiten Bereichs des Wertpapiers mit einer zweiten Strahlungsquelle (5) erfolgt.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Detektieren der im Dunkelfeld transmittierten Strahlung des ersten bestrahlten Bereichs und der im Hellfeld transmittierten Strahlung des zweiten bestrahlten Bereichs mittels eines gemeinsamen Detektors (7) zeitlich versetzt erfolgt.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Strahlungsquelle (5) direkt auf den Detektor (7) gerichtet wird und die erste Strahlungsquelle (6) schräg dazu so ausgerichtet wird, daß sie das Wertpa-

M 30.09.99

- 3 -

pier (1) im Schnittpunkt der Meßebe (2) mit der Verbindungslinie zwischen dem Detektor (7) und der zweiten Strahlungsquelle (5) bestrahlt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Strahlungsquellen (5, 6) eine IR-Lichtquelle ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Strahlungsquellen (5, 6) sichtbares Licht aussendet, wobei das von dem Wertpapier (1) reflektierte Licht detektiert und mit einem Referenzwert verglichen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Detektieren der im ersten Bereich transmittierten Strahlung mit einem ersten Detektor (7) und das Detektieren der im zweiten bestrahlten Bereich transmittierten Strahlung mit einem zweiten Detektor (8) erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlen des ersten und zweiten Bereichs des Wertpapiers mittels einer gemeinsamen Strahlungsquelle (6) erfolgt, wobei das Detektieren der im ersten Bereich durch das Wertpapier transmittierten Strahlung und der im zweiten Bereich durch das Wertpapier transmittierten Strahlung im wesentlichen zeitgleich erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Detektor (8) direkt auf die Strahlungsquelle (6) gerichtet wird und der erste Detektor (7) schräg dazu so ausgerichtet wird, daß er das Wertpapier im Schnittpunkt der Meßebe (2) mit der Verbindungslinie zwischen dem zweiten Detektor (8) und der Strahlungsquelle (6) detektiert.

M 30.09.99

- 4 -

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, umfassend

- 5 - eine Meßebeine (2),
- eine Einrichtung zum translatorischen Bewegen eines Wertpapiers (1) in der Meßebeine,
- mindestens eine Strahlungsquelle (5, 6) zum Bestrahlen des in der Meßebeine befindlichen Wertpapiers in einem ersten Bereich (Dunkelfeld) und in einem zweiten Bereich (Hellfeld), wobei der zweite Bereich zu dem ersten Bereich identisch, überlappend oder benachbart ist, und
- 10 - einen Detektor (7, 8) zum Detektieren der von der Strahlungsquelle durch das Wertpapier im ersten bestrahlten Bereich der Meßebeine (2) transmittierten Strahlung, gekennzeichnet durch
- 15 - einen Detektor (7) zum Detektieren der durch das Wertpapier im zweiten bestrahlten Bereich der Meßebeine transmittierten Strahlung und
- eine Auswerteeinheit (20) zum Auswerten der im ersten und zweiten Bereich detektierten transmittierten Strahlung und zum Vergleichen der Auswertungsergebnisse.
- 20

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch

- 25 - eine erste Strahlungsquelle (6) zum Bestrahlen des ersten Bereichs und eine zweite Strahlungsquelle (5) zum Bestrahlen des zweiten Bereichs der Meßebeine und
- einen gemeinsamen Detektor (7) zum Detektieren der durch das Wertpapier transmittierten Strahlung im ersten bestrahlten Bereich als

14.30.09.99

- 5 -

auch der durch das Wertpapier transmittierten Strahlung der zweiten Strahlungsquelle (5) im zweiten bestrahlten Bereich und

- eine Steuerung zum zeitlich versetzten Detektieren des ersten und des zweiten bestrahlten Bereichs der Meßebe (2).

5

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Strahlungsquelle (5) direkt auf den gemeinsamen Detektor (7) gerichtet ist und die erste Strahlungsquelle (6) schräg dazu so ausgerichtet ist, daß sie die Meßebe (2) im Schnittpunkt der Meßebe (2) mit der Verbindungslinie zwischen dem gemeinsamen Detektor (7) und der zweiten Strahlungsquelle (5) bestrahlt.

10

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Strahlungsquellen (5, 6) eine IR-Lichtquelle ist.

15

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die andere der beiden Strahlungsquellen (5, 6) sichtbares Licht aussendet, und die Vorrichtung desweiteren einen Remissionssensor (13) zum Detektieren des von einem in der Meßebe (2) befindlichen Wertpapier (1) reflektierten Lichts aufweist und eine Auswerteeinheit (20) zum Auswerten des detektierten reflektierten Lichts und zum Vergleichen des Auswertungsergebnisses mit einem Referenzwert vorgesehen ist.

20

21. Vorrichtung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch,

25

- eine gemeinsame Strahlungsquelle (6) zum Bestrahlen des ersten und des zweiten Bereichs der Meßebe (2) und
- einen ersten Detektor (7) zum Detektieren der im ersten bestrahlten Bereich durch das Wertpapier transmittierten Strahlung und einen

M 30.09.99

- 6 -

zweiten Detektor (8) zum Detektieren der im zweiten bestrahlten Bereich durch das Wertpapier transmittierten Strahlung.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine
- 5 Steuerung zum zeitlich versetzten Detektieren oder Bestrahlen der im ersten bestrahlten Bereich transmittierten Strahlung und der im zweiten bestrahlten Bereich transmittierten Strahlung vorgesehen ist.

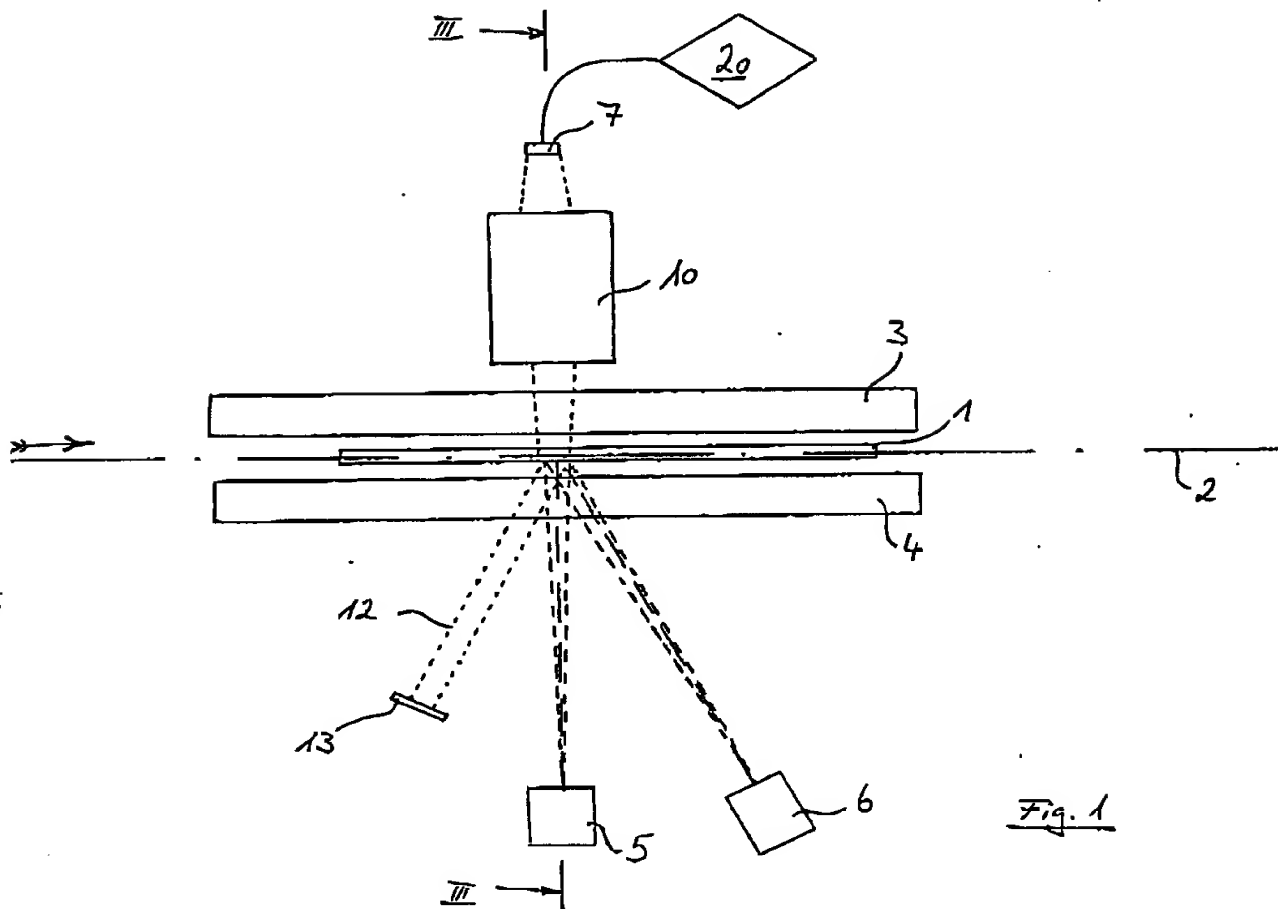
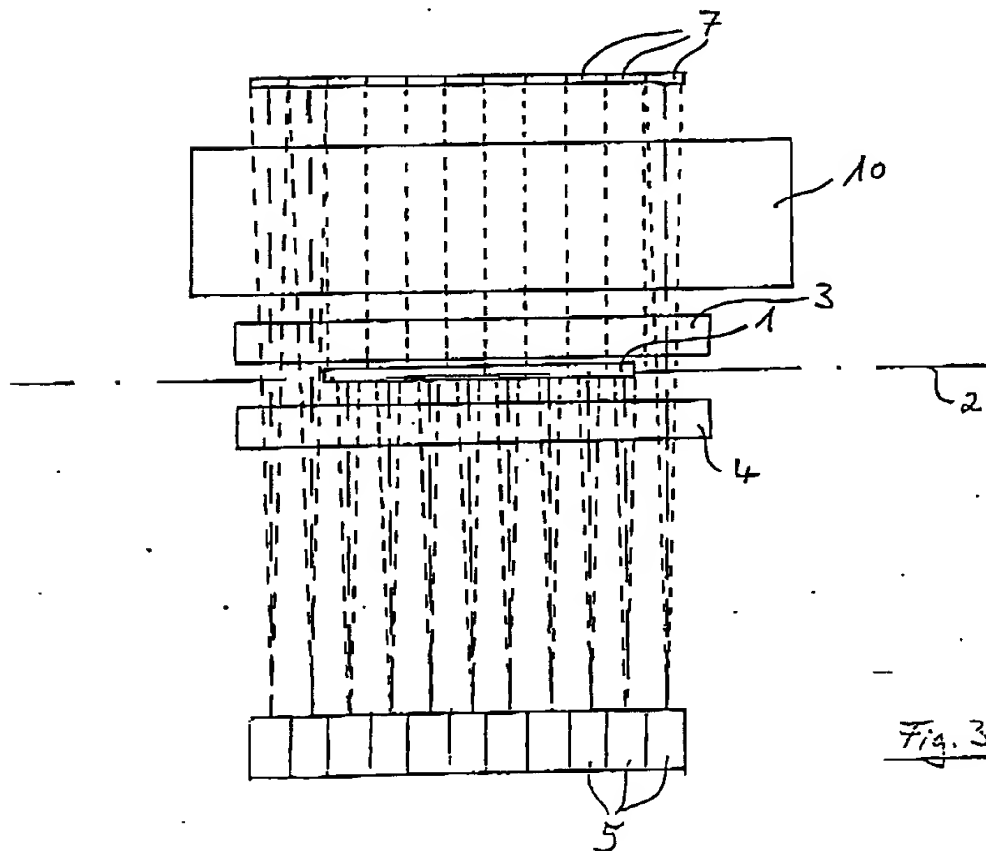
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite
- 10 Detektor (8) direkt auf die Strahlungsquelle (6) gerichtet ist und der erste Detektor (7) schräg dazu so ausgerichtet ist, daß er die Meßebeine (2) im Schnittpunkt der Meßebeine (2) mit der Verbindungslinie zwischen dem zweiten Detektor (8) und der Strahlungsquelle (6) detektiert.

11.30.09.99

Zusammenfassung

- Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen eines Wertpapiers, insbesondere zur Zustandsprüfung einer Banknote, wird vorgeschlagen, wobei
- 5 die Banknote sowohl einer Dunkelfeld-Messung als auch einer Hellfeldmessung unterzogen wird. Aus dem Vergleich der Meßergebnisse der Dunkelfeld-Messung und der Hellfeldmessung läßt sich eine eindeutige Aussage darüber machen, ob in dem geprüften Bereich eine Fehlstelle wie zum Beispiel ein Loch, Riß, etc. in der Banknote vorhanden ist. Die Hellfeld- und
- 10 Dunkelfeld-Meßeinrichtungen können mit jeweils einem LED-Array und einem Detektor-Array getrennt ausgebildet sein. Bevorzugte Ausführungsformen sehen jedoch entweder ein gemeinsames LED-Array mit zwei Detektoren oder zwei LED-Arrays mit einem gemeinsamen Detektor vor. Werden zwei LED-Arrays verwendet, so wird vorzugsweise die Dunkelfeld-
- 15 Strahlungsquelle als IR-Lichtquelle und die Hellfeld-Strahlungsquelle als Rotlicht-Strahlungsquelle ausgebildet, um neben der Zustandsprüfung des Wertpapiers auch eine Echtheitsprüfung durchführen zu können.
- (Fig. 1)

11/3 11.30.09.99

Fig. 1Fig. 3

2/3

M 00 00 00

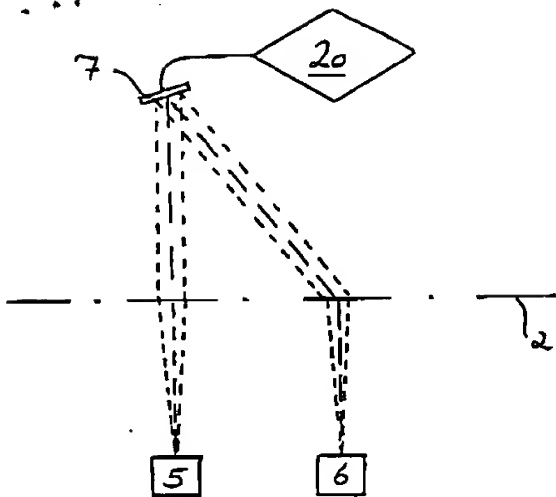


Fig. 2a

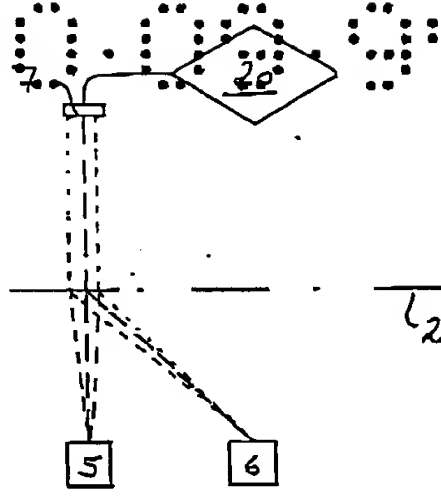


Fig. 2b

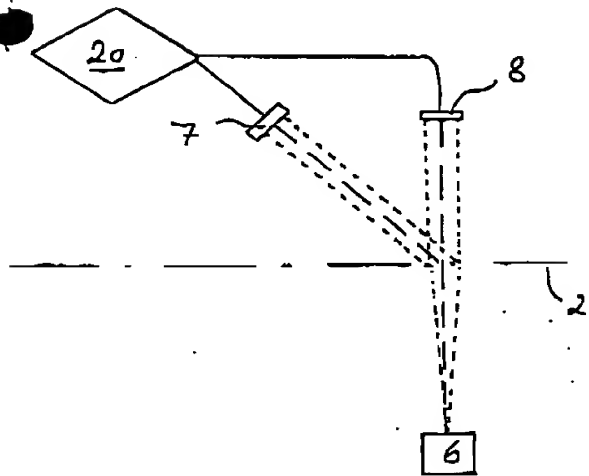


Fig. 2c

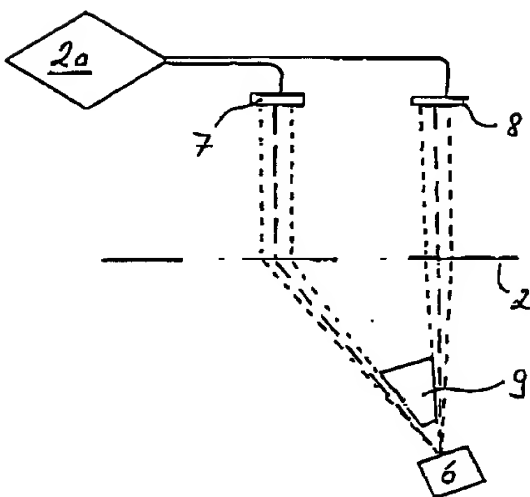


Fig. 2d

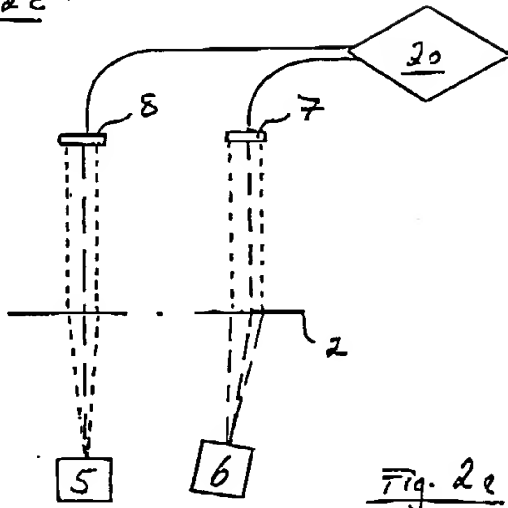
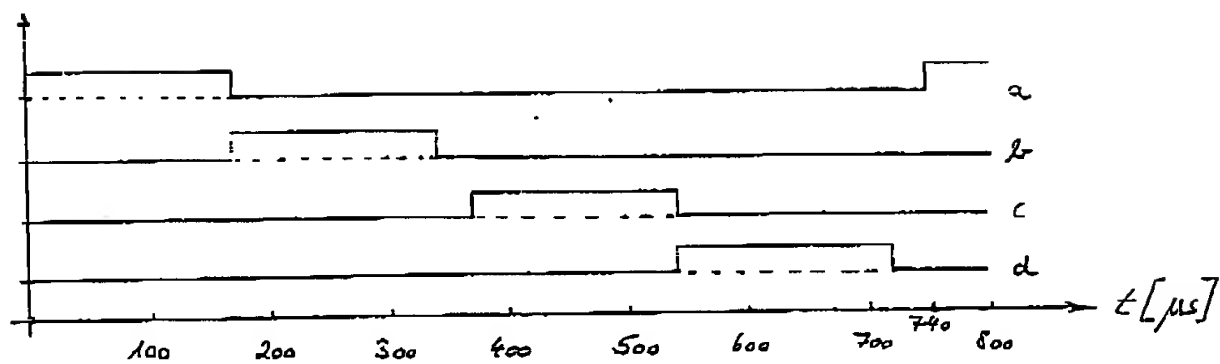


Fig. 2e

3/3 13.30.09.99

Fig. 4